

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-31628

(43) 公開日 平成9年(1997)2月4日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|----------|---------------|--------|
| C 2 3 C 14/06 | | | C 2 3 C 14/06 | A |
| F 1 6 C 33/12 | | 7123-3 J | F 1 6 C 33/12 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-208535

(22) 出願日 平成7年(1995)7月25日

(71) 出願人 000139023

株式会社リケン

東京都千代田区九段北1丁目13番5号

(72) 発明者 小室 寿朗

新潟県柏崎市北斗町1番37号 株式会社リ

ケン柏崎事業所内

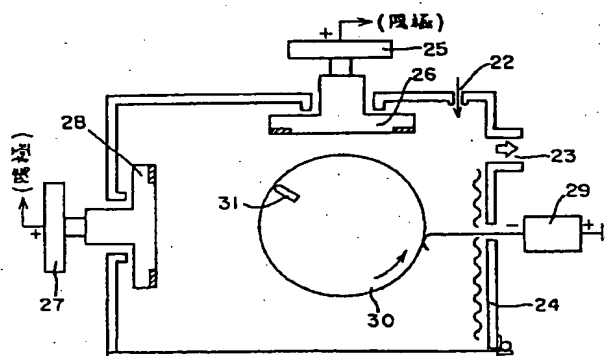
(74) 代理人 弁理士 桑原 英明

(54) 【発明の名称】 摺動部材およびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 CrN および Cr_2N を主成分としてなる窒化クロム系皮膜を有する耐摩耗性および耐焼付性に優れた摺動部材およびその製造方法。

【解決手段】 基材上に、金属クロム組織が点在する窒化クロムの複合皮膜を被覆することで得られる耐摩耗性及び耐焼付性に優れた摺動部材。摺動部材は PVD 法によりクロム及び窒素を混合した気相と基材を接触させることにより製造する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属クロムおよび窒化クロムを主成分とする複合組織を有する皮膜を基材上に被覆してなる摺動部材であって、前記皮膜中の点在する金属クロム組織の大きさが $0.2\mu\text{m}$ から $5\mu\text{m}$ の大きさであることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 金属クロム組織が点在する窒化クロムの複合皮膜を被覆してなる摺動部材において、点在する金属クロム組織の皮膜全体に占める面積比率が1~20%であることを特徴とする摺動部材。

【請求項3】 請求項1および3の何れか一項に記載の摺動部材において、皮膜中の窒化クロム組織が、CrNまたは Cr_2N およびその混合である化学組成よりなることを特徴とする摺動部材。

【請求項4】 請求項1から4に記載の摺動部材において、前記皮膜と前記基材との間にクロムからなる下地層が介在することを特徴とする摺動部材。

【請求項5】 摺動部材がピストンリングである請求項1乃至4の何れか1項に記載の摺動部材。

【請求項6】 請求項1から5の何れか一項記載の摺動部材において、前記皮膜PVD法によりクロム及び窒素を混合した気相と基材を接触させることにより形成することを特徴とする摺動部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CrNおよび Cr_2N を主成分としてなる窒化クロム系皮膜を有する耐摩耗性および耐焼付性に優れた摺動部材およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、自動車のエンジン部品、各種機械部品などの摺動部には摺動特性に優れた皮膜を表面処理により形成した摺動部品が使用されている。従来より行われている表面処理方法には、窒化処理、クロムめっき処理、モリブデン溶射処理などの方法がある。しかし、近年摺動部品の使用条件が苛酷になるに従って、部品にはより高度な摺動特性が要求されるようになり、従来の表面処理では対応できない場合が生じてきて、更に優れた耐摩耗性及び耐焼付性を有する皮膜が望まれていた。このような要請に対し、最近PVD (Physical Vapor Deposition)法により摺動部材の摺動面に金属窒化物や金属炭化物等の皮膜を被覆することが提案されている。TiN、TiC、CrN等のPVD皮膜は、優れた耐摩耗性、耐焼付性を有しており、特に窒化チタンや窒化クロムなどが実用化可能な皮膜として注目され、一部の機械部品やエンジン部品で使用されている。しかし、現在では使用条件がさらに苛酷になり、これら窒化チタンや窒化クロムを用いても、摺動特性が充分とは言えない状況が生じている。特に摺動運動に加え摺動面に法線方向の振動運動が相乗し、接触面が離れることが生じる

場合、または摺動運動において法線方向の荷重が変動する場合など摺動条件が厳しい使用条件下では、イオンブレーティングによる窒化クロム皮膜をはじめとする硬質皮膜において欠け状剥離が発生し、摺動部材の寿命を短くすることがある。また使用温度が高かったり、接触荷重が大きく摺動部分に潤滑油膜が形成されにくい場合など潤滑条件が厳しい使用条件下でも同様な硬質皮膜の欠け状剥離が観察される。そこで現状の表面処理皮膜よりも耐欠け性及び耐剥離性に優れたセラミックスコーティング皮膜を被覆した摺動部材が望まれている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は以上の観点に基づいてなされたもので、厳しい使用条件下でも欠けや剥離が発生せず、同時に十分な耐焼付性、耐摩耗性を有するクロム窒化物皮膜を被覆した摺動部材およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決すべく鋭意研究の結果、本発明者は、PVD法によりクロムおよび窒素を混合した気相を基材に接触させ、基材の表面上にCrNおよび Cr_2N を主成分とし、金属クロム組織が皮膜中に点在している複合皮膜を形成させ、その際点在している金属クロム組織の大きさを $0.2\sim 5\mu\text{m}$ 、金属クロム組織の面積率が1~20%に調整することにより、耐摩耗性、耐焼付性に優れさらに欠け状剥離が発生しにくい摺動部材が得られることを見出し、本発明を完成した。すなわち、本発明の摺動部材は、CrNおよび Cr_2N を主成分とし、金属クロム組織が皮膜中に点在している窒化クロム複合皮膜を形成させ、その際点在している金属クロム組織の大きさおよび金属クロム組織の面積率を限定することを特徴とする。本発明の摺動部材における皮膜は、軟質の金属クロム組織が窒化クロム皮膜中に均一に点在しているために、高硬度である窒化クロムのみよりなる皮膜に比べ、韌性に優れる。従って、本部材は欠けや剥離が発生しにくい。

【0005】金属クロム組織が窒化クロム組織中に点在する皮膜を形成するために、金属クロム蒸発源を複数個備えたイオンブレーティング法を使用する。反応ガス分圧および各々の金属クロム蒸発源と被処理物との距離を異なるように調整することにより、蒸発クロムと反応ガスとの反応速度を制御し、目的とする皮膜を形成する。反応窒素ガス分圧、金属クロム蒸発源と被処理物の距離およびアーク電流比を調整することにより皮膜中の金属クロム組織の量および大きさ、さらに窒化クロムの組成を適宜調整することが可能である。金属クロム組織の大きさは、 $0.2\sim 5\mu\text{m}$ 、面積率は1~20%の範囲に限定される。金属クロム組織の大きさが $0.2\mu\text{m}$ 以下、または面積率が1%以下では金属クロム組織の効果が顕著でなく、耐欠けおよび耐剥離性の向上がみられない。また金属クロム組織の大きさが $5\mu\text{m}$ 以上では局部的に金

属クロム組織が表面に露呈し耐スカッフ性が窒化クロム単一組織に比べ低下する。一方、面積率が20%以上では皮膜硬さが低下し、窒化クロム単一組織に比較し耐スカッフ性、耐摩耗性とも劣化する。皮膜の全体の厚みは1~80 μm であることが好ましい。特に好ましくは20~60 μm である。皮膜の厚みが1 μm 未満の場合、摩耗により皮膜の寿命は短い。一方、皮膜全体の厚みが60 μm を超える場合、皮膜が剥離したり、皮膜に亀裂が生じたりして、基材との密着力が低下する。また必要以上に皮膜を厚くすることは、経済上好ましくない。皮膜で被覆する基材は、鉄系材料、アルミ系材料、および、チタン系材料の中から用途により適宜選択する。以下詳しく説明するPVD法は、CVD (Chemical Vapor Deposition)法などに比べ低温処理に類するが、蒸着現象による入熱は避けられないので、できれば耐熱性のある鉄系材料およびチタン材料を基材として使用することが好ましい。

【0006】以上が、金属クロム組織が点在する窒化クロム皮膜を基材に形成させる方法であるが、本発明においては皮膜と基材との間に金属下地層を介在させてもよい。上述における皮膜形成の工程中、窒素ガスの導入前にイオンブレイティングを行うと基材にクロム金属の下地層が形成される。このクロム金属の下地層は、熱膨張率が基材に近く、熱応力の影響を受けにくいいため、密着性が良好で柔軟性に富む。クロム金属の下地層は0.1~2 μm の厚さに形成するのが好ましい。0.1 μm 未満では密着性向上の効果が薄く、また2 μm を超えてもそれ以上の効果を得ることはできず、また経済上も好ましくない。このように皮膜と基材との間に、密着性および柔軟性に富む下地層を形成することは、皮膜の剥離防止に効果がある。

【0007】

【発明の実施の形態】

【実施例】本発明を以下に、具体的実施例によりさらに詳細に説明する。本発明において、PVD法によりクロムおよび窒素を混合した気相と基材とを接触させる。PVD法は、皮膜を形成する技術の一種であり、基本的には蒸着、スパッタリング、イオンブレイティングの三法に分類できる。特に、本発明においては、クロムの蒸気を窒素と反応させて窒化クロムの皮膜を基材上に堆積させる反応性イオンブレイティング法が最も好ましい。クロム蒸気は、HCDガンや電子ビームなどの高エネルギービームをクロムに照射し、蒸発させることにより得る。また陰極アークプラズマ式イオンブレイティング法、およびスパッタリング法のように、陰極からクロム粒子を飛出させることにより、クロム蒸気を得てもよい。そのクロム蒸気に窒素を混合した気相中でプラズマを発生させると、クロムはイオン化し、窒化イオンと結合し窒化クロムを生成する。その結果、基材表面に窒化クロムの皮膜が形成される。以下においては、イオンブ

レイティング法を例にとりて説明するが、本発明はこれに限定されない。

【0008】図1に本発明に用いられるイオンブレイティング装置の一例を示す。この装置は、反応窒素ガス入口22、排気口23を有する真空容器24を備え、真空容器24内にアーク電源25の陰極に接続された第一ターゲット26とアーク電源27の陰極に接続された第二ターゲット28が配置されている。第一および第二ターゲットには金属クロムがセットされている。第一ターゲットと第二ターゲットは、被処理物よりの距離が異なって設置されている。さらに、真空容器24内には、バイアス電源29に接続された回転テーブル30が配置され、テーブル上には、被処理物31が設置されている。次に、このイオンブレイティング装置を用いて、被処理物31に本発明皮膜を形成する方法について説明する。まず、被処理物31を洗浄し、表面に付着した汚れを取り、充分清浄化してイオンブレイティング装置の真空容器24内に挿入した後、排気口23より排気する。容器内圧力が $1.3 \times 10^{-1} \sim 5 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ になるまで真空引きを行ってから、イオンブレイティング装置に内蔵されているヒーターにより加熱して基材の内在ガスを放出させる。加熱温度は300~500 $^{\circ}\text{C}$ とするのが好ましい。チャンバー内圧力が $4 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 以下になった時点でターゲットであるクロムを陰極として、その表面でアーク放電を発生させクロムを飛び出させる。この際、被処理物31にはバイアス電圧を印加しておき、陰極より飛び出した金属イオンを基板表面に高エネルギーで衝突させる方法、いわゆるボンバードクリーニングにより基材表面の酸化物除去と活性化処理を行う。そのときのバイアス電圧は-700~-900Vとするのが好ましい。その後バイアス電圧を低下させ、クロムイオンを基材表面に堆積させながら、窒素ガスを容器内に導入し、プラズマ内を通過させて、窒素をイオン化する。この際、窒素分圧を $1.3 \times 10^{-1} \sim 13.3 \text{ Pa}$ 程度にして、バイアス電圧を0~-10.0V印加して基材表面にイオンブレイティング皮膜を形成させる。この皮膜形成時において、第一ターゲットより蒸発したクロム粒子は、被処理物との距離が短いので、反応ガスの窒素分子と衝突する確率は低く、またプラズマ中を通過する時間が短いのでイオン化しにくく、ガス分圧と距離の選択によっては、金属のまま被処理物上に析出することができる。また第二ターゲットより蒸発したクロム粒子は、該第一ターゲットより被処理物との距離が長いので、ガス分圧とワーク距離との選択により Cr_2N 、 $\text{Cr}_2\text{N} + \text{CrN}$ の混合皮膜、 CrN を析出することができる。すなわち、ガス分圧を適宜選択し、第一ターゲットを金属クロムの析出する距離に、第二ターゲットを窒化クロムの析出する距離に配置することにより、金属クロムと窒化クロムからなる複合組成の皮膜を形成することができる。また、個々のターゲットに流すアーク電流値、ターゲッ

トと被処理物の距離を適当に設定することにより金属クロム組織と窒化クロム組織の複合比を変化させたり、点状に存在する金属クロム組織の大きさおよび面積比を制御することができる。以下に具体的な実施例によりその作用および効果を説明する。前述した方法により、材質がSUS440材のテストピース表面に金属クロム組織が点状に存在した種々の窒化クロム複合皮膜を作成した。第一ターゲットの被処理物との距離は約50mmであり、これは予備実験の結果金属クロムが析出することを確認しており、また金属クロム組織の大きさはアーク電流に比例することとも確認した。金属クロム組織の面積率は、二個のアー*

* ク電流比により調整できる。さらに第二ターゲットの被処理物との距離は約200mmとした。窒素分圧によって組成は異なり、窒素分圧が高くなるにつれて Cr_2N 、 $\text{Cr}_2\text{N} + \text{CrN}$ の混合皮膜、 CrN と変化する。皮膜の組成は、X線回折により、金属クロム組織の大きさと面積率はEPMAで、また皮膜硬さはマイクロビッカース硬度計で測定した。本発明部材の作成条件と測定結果を表1に示した。

[0009]

[表1]

表 1

| コーティング条件 | | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 測定結果 | 第一ターゲットと被処理物との距離(mm) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 第一ターゲットアーク電流(A) | 100 | 100 | 100 | 90 | 140 | 140 |
| | 第二ターゲットと被処理物との距離(mm) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | 第二ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 |
| | 窒素ガス分圧(Pa) | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | コーティング時間(分) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| 測定結果 | 組成 | Cr, Cr_2N | Cr, Cr_2N , CrN | Cr, CrN | Cr, CrN | Cr, CrN | Cr, CrN |
| | 硬さ | 1400~1900 | 1400~1900 | 1400~1900 | 1400~1900 | 1400~1900 | 1200~1700 |
| | 膜厚 μm | 30 | 29 | 27 | 26 | 28 | 27 |
| | 金属クロム組織の平均径 μm | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | 2.1 | 2.3 |
| | 金属クロム組織の面積率% | 7.1 | 6.8 | 5.9 | 2.8 | 7.4 | 8.6 |

【0010】なお比較例として、従来から公知である窒化クロム皮膜を作成しその性質を同様に測定した(比較例1~3)。さらに金属クロム組織が窒化クロム皮膜中に点在するが、金属クロム組織の大きさおよび面積率が

不適当な例についても比較した(比較例4~6)。それらの作成条件と測定結果を表2に示した。

[0011]

[表2]

表 2

| コーティング条件 | | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 | 比較例5 | 比較例6 |
|----------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 第一ターゲットと被処理物との距離(mm) | | 200 | 200 | 200 | 50 | 50 | 50 |
| | 第一ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 70 | 90 | 200 |
| 第二ターゲットと被処理物との距離(mm) | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | 第二ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 220 | 300 | 100 |
| 窒素ガス分圧(Pa) | | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| コーティング時間(分) | | 90 | 90 | 90 | 120 | 120 | 120 |
| 測定結果 | 組成 | Cr ₂ N | Cr ₂ N, CrN | CrN | CrN | CrN | CrN |
| | 硬さ | 1700~2000 | 1700~2000 | 1700~2000 | 1500~1900 | 1500~1900 | 1100~1600 |
| | 膜厚 μm | 28 | 26 | 25 | 26 | 35 | 29 |
| | 金属クロム組織の平均径 μm | | | | 0.1 | 0.5 | 5.7 |
| | 金属クロム組織の面積率% | | | | 0.5 | 0.7 | 21.4 |

【0012】〔耐焼付性〕本発明材料の耐焼付性を評価する。SKD61材からなり、縦5mm×横5mm×高さ5mmのピン状突起10（図2、図3参照）を同心円上に等間隔に三個配置した試験片5を用いて、5mm角の正方形端面に本発明による皮膜を厚さ20～30 μm 形成した試験片を作成して、超高圧摩耗試験機によって耐焼付性試験を行なった。前述した方法により形成した実施例皮膜と比較例皮膜について試験を実施した。さらに比較例として、試験片の5mm角の端面に厚さ10.0 μm のクロムめっき皮膜（比較例7）を形成した試験片を用いて同様な試験を追加した。本試験に用いた超高圧摩耗試験機の装置と試験条件は次の通りである。試験装置は図2および図2のA-A矢視断面図である図3に要部を図解的に示すものであって、ステータホルダ1に取外し可能に取り付けられた直径80mm×厚さ10mmの研磨仕上げを施した円盤2（相手材）の中央には、裏側から注油口3を通して潤滑油が注油される。ステータホルダ1には図示しない油圧装置によって図において右方に向けて所定圧力で押圧力Pが作用するようにしてある。円盤2に相対向してロータ4があり、図示しない駆動装置によって所定速度で回転するようにしてある。ロータ4には試験

片5が表面処理層を形成した5mm角の正方形の端面を摺動面として円盤2に対し摺動自在に取り付けてある。このような装置において、ステータホルダ1に所定の押圧力Pをかけ、所定の面圧で円盤2と試験片5のピン状突起10とが接触するようにしておいて、注油口3から摺動面に所定給油速度で給油しながらロータ4を回転させる。一定時間毎にステータホルダ1に作用する圧力を段階的に増加していき、ロータ4の回転によって試験片5と相手の円盤2との摩擦によってステータホルダ1に生ずるトルクTをステンレスファイバー6を介してロードセル7に作用せしめ、その変化を動歪計8で読取り、記録計9に記録させる。トルクTが急激に上昇したとき焼付が発生したものとして、この時の接触面圧をもって耐焼付特性の良否を判断する。相手材としては、鉄系FC250材を用いた。試験条件は次の通りである。

摩擦速度：8m/秒
 相手材：FC250材
 接触面圧：20kgf/cm² でならした後、焼付発生まで10kgf/cm² ずつ増圧。各面圧に3分間保持。
 潤滑油：モーターオイル#30
 油温 80℃、供給量 250cc/分

試験結果を表3に示した。

【0013】

＊【表3】

＊
表 3

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例3 | 比較例6 | 比較例7 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 焼付発生値(kgf/cm ²) | 283 | 285 | 289 | 290 | 284 | 281 | 290 | 259 | 253 |

【0014】FC25相手で本発明品は接触面圧281から290 kgf/cm²で焼付が発生した。比較品のクロムめっきの耐焼付面圧253 kgf/cm²以上であり、耐焼付性が優れているCrN単一皮膜（比較例3）と同等である。金属クロム組織が窒化クロム皮膜に点在しても、金属クロム組織が大きくその面積率が大きいと効果は小さい（比較例6）。

【0015】〔耐摩耗性〕科研式摩耗試験機により本発明材料の腐蝕摩耗試験を実施した。基板材質がSKD-61材で、形状は縦5mm×横5mm×長さ20mm、長手方向の一方の先端をR6mmの曲面とした試験片を用い、前述した実施例、比較例皮膜を試験片の先端に20～35μmの厚さで被覆した。さらに比較例として試験片先端Rに厚さ100μmのクロムめっき試験片を用いて同様な試験を行なった。（比較例7）

10※ 試験は、表面処理を施した試験片の先端R部をドラム状に加工した相手材の外周部に曲面同士が線接触するように合わせ、所定荷重を加え、所定速度で回転する。潤滑は、PH=2に調整した硫酸水溶液を接触部に一定量滴下して行ない、酸性雰囲気とした。試験条件は次の通りである。

摺動相手材：FC250材

摩擦速度：0.25m/秒

摩擦時間：6時間

接触荷重：4kg

20 雰囲気：摺動部にPH=2.0に調整した硫酸水溶液を1.5cc/分滴下

皮膜摩耗量の測定値を表4に示した。

【0016】

※【表4】

表 4

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例3 | 比較例6 | 比較例7 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 比摩耗量 | 5.7 | 5.5 | 5.1 | 4.6 | 6.2 | 6.7 | 4.1 | 22.0 | 100 |

※ クロムめっきの皮膜の摩耗量を100とした相対値

【0017】結果はクロムめっき皮膜の摩耗量を100とした相対値で示した。比較例であるクロムめっき品に比べ、本発明品は摩耗量が1/20～1/25と大幅に減少しており、耐摩耗性がとくに優れるCrN単一皮膜（比較例3）と同等である。金属クロム組織が窒化クロム皮膜に点在しても、金属クロム組織が大きくその面積率が大きいと効果は小さい（比較例6）。

【0018】〔耐剥離性〕すべりを伴う転がり疲労試験機（ローラーピッチング試験機）により本発明部材に被覆した皮膜の耐剥離性を評価した。試験片の基板材質はSCM420材を浸炭処理した材料で、形状はφ26mm×28mmのローラー状でその外周表面に本発明皮膜および比較例皮膜を約50μmの厚さ処理した。各種皮膜の膜厚は、被覆時間を調整して揃えた。本試験に用いたピッチング試験機の装置と試験条件は次の通りである。試験装置は、図4に要部を図解的に示すものであって、φ26mm×28mmの試験片13を取り付けたテストローラ

ー11と相対向して負荷ローラー12があり、所定圧力で押圧力が作用するようにしてある。テストローラー11は、図示しない駆動装置により所定速度で回転するようにしてあり、その試験片13の外周には表面処理層を形成する。負荷ローラー12は、φ130×18の大きさで、外周はR300mmの形状をして微視的には試験片13と点接触し、大きな押圧力をかけられるようになっている。また、負荷ローラー12はテストローラー11に対し図示しない歯車を介し従動し、相対的に滑りながら回転するようになっている。滑り率は試験片周速（U13）と負荷ローラー周速（U12）により、（U13-U12）/U13で表され、任意に選定できる。試験片11と負荷ローラー12の接触部には、図示しない注油口を通して潤滑油が注がれる。このような装置において、試験片13に所定の押圧力をかけ、所定の面圧で試験片13と負荷ローラー12とが接触するようにしておいて、接触部に所定注油速度で注油しながらテストロー

ラーを所定速度で回転させるとともに、所定滑り率で負荷ローラー12を回転させる。試験中定期的に試験片表面を注意深く観察し、試験片の表面に欠け状剥離が発生するまでの回転の累計より耐剥離性の良否を判断する。相手材である負荷ローラーの材質はFC250材を用いた。試験条件は次の通りである。

面圧（ヘルツ応力）：160 kgf/mm²

試験片周速：82 m/s

* 滑り率：20%
 使用オイル：#30（ベースオイル）
 オイル流量：1200 cc/分
 オイル温度：80℃
 試験結果を表5に示した。
 【0019】
 【表5】

*
 表 5.

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 | 比較例5 |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 剥離発生回数 | 2×10 ⁷ 回で発生せず | 2×10 ⁷ 回で発生せず | 2×10 ⁷ 回で発生せず | 2×10 ⁷ 回で発生せず | 2×10 ⁷ 回で発生せず | 2×10 ⁷ 回で発生せず | 3.1×10 ⁸ 回で剥離 | 3.2×10 ⁸ 回で剥離 | 2.9×10 ⁸ 回で剥離 | 4.6×10 ⁸ 回で剥離 | 5.6×10 ⁸ 回で剥離 |

【0020】本発明品は、比較例である高硬度窒化クロムに対し、耐剥離性が非常に優れている。比較例4、比較例5のように金属クロム組織を窒化クロム皮膜中に点在させても大きさが小さかったり、面積率が低いと剥離が生じやすい。

【0021】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように、本発明は基材の表面上にPVD法によりCrNおよびCr₂Nを主成分とし、金属クロム組織が皮膜中に点在している複合皮膜を形成させることにより、従来から使用されている硬質皮膜に比較して、耐摩耗性、耐焼付性に優れさらに欠け状剥離が発生しにくい摺動部材ならびに、その摺動部材の製造法を提供する。本発明部材は、ピストンリング、カムフォロアなどのエンジン部品、さらにはシューディスクなどのコンプレッサ部品をはじめとする摺動部品や切削工具などに好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】イオンブレイティング装置の概略図である。

【図2】超高圧摩耗試験機の一部破砕説明図である。

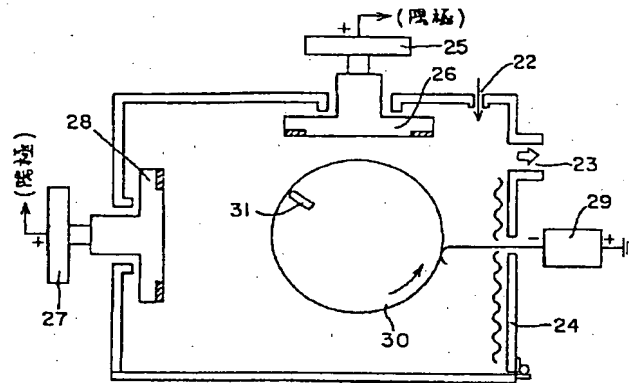
【図3】図1のA-A矢視からみた断面図である。

【図4】転がり疲労試験機の概要説明図である。

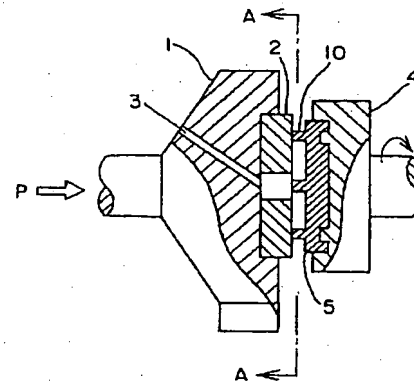
【符号の説明】

- 1 ステータホルダ
- 20 2 円盤（相手材）
- 3 注油口
- 4 ローラー
- 5 試験片
- 6 ステンレスファイバー
- 7 ロードセル
- 8 動歪計
- 9 記録計
- 10 試験片のピン状突起（5mm角）
- 11 テストローラー
- 30 12 負荷ローラー
- 13 試験片
- 22 反応ガス入口
- 23 排気口
- 24 真空容器
- 25、27 アーク電源
- 26 第一ターゲット
- 28 第二ターゲット
- 29 バイアス電源
- 30 回転テーブル
- 40 31 被処理物

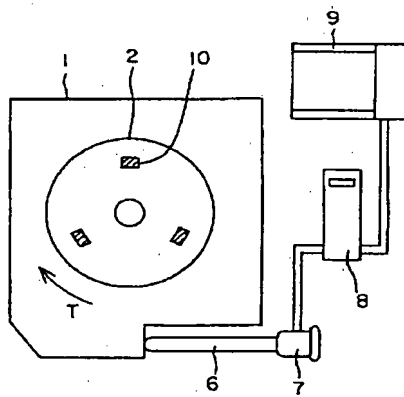
【図1】



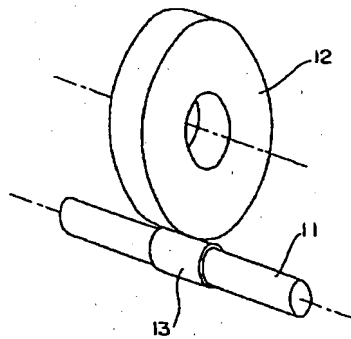
【図2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成8年9月5日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】

【表2】

表 2

| コーティング条件 | | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 | 比較例5 | 比較例6 |
|----------|----------------------|-------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 測定結果 | 第一ターゲットと被処理物との距離(mm) | 200 | 200 | 200 | 50 | 50 | 50 |
| | 第一ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 70 | 90 | 200 |
| | 第二ターゲットと被処理物との距離(mm) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | 第二ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 220 | 300 | 100 |
| | 窒素ガス分圧(Pa) | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | コーティング時間(分) | 90 | 90 | 90 | 120 | 120 | 120 |
| 測定結果 | 組成 | Cr ₂ N | Cr ₂ N, CrN | CrN | Cr, CrN | Cr, CrN | Cr, CrN |
| | 硬さ | 1700~2000 | 1700~2000 | 1700~2000 | 1500~1900 | 1500~1900 | 1100~1600 |
| | 膜厚 μm | 28 | 26 | 25 | 26 | 35 | 29 |
| | 金属クロム組織の平均径 μm | | | | 0.1 | 0.5 | 5.7 |
| | 金属クロム組織の面積率% | | | | 0.5 | 0.7 | 21.4 |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-031628

(43)Date of publication of application : 04.02.1997

(51)Int.Cl. C23C 14/06
F16C 33/12

(21)Application number : 07-208535

(71)Applicant : RIKEN CORP

(22)Date of filing : 25.07.1995

(72)Inventor : KOMURO TOSHIAKI

(54) SLIDING MEMBER AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sliding member excellent in wear and seizing resistances by specifying the size of a metal Cr structure existing in a coating film in a dotted state when the top of a substrate is coated with the coating film having a composite structure based on metal Cr and chromium nitride.

SOLUTION: The top of a substrate is coated with a coating film having a composite structure based on metal Cr and chromium nitride by a reactive ion plating method to produce a sliding member. At this time, the size of a metal Cr structure scattered in the coating film is regulated to 0.2-5 μ m and the Cr structure is allowed to account for 1-20% of the total area of the coating film. A chromium nitride structure in the coating film is made of CrN, Cr₂N or a mixture of them. The substrate is properly selected from among Fe-, Al- and Ti-base materials. The objective sliding member not causing chipping or peeling even under severe service conditions is obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the magnitude of the chromium metal organization which it is the slide member which comes to cover the coat which has the complex tissue which uses a chromium metal and nitriding chromium as a principal component on a base material, and is dotted in said coat -- 0.2 micrometers from -- 5 micrometers Slide member characterized by being magnitude.

[Claim 2] The slide member characterized by the rate of surface ratio occupied to the whole coat of a chromium metal organization with which it is dotted in the slide member which comes to cover the compound coat of the nitriding chromium with which it is dotted with a chromium metal organization being 1 - 20%.

[Claim 3] The slide member characterized by the nitriding chromium organization in a coat consisting of chemical composition which is CrN or Cr₂N, and its mixing in a slide member given in any 1 term of claims 1 and 3.

[Claim 4] The slide member characterized by the substrate layer which becomes claims 1-4 from chromium between said coats and said base materials in the slide member of a publication intervening.

[Claim 5] A slide member given in claim 1 whose slide member is the piston ring thru/or any 1 term of 4.

[Claim 6] The manufacture approach of the slide member characterized by forming by contacting the gaseous phase and base material which mixed chromium and nitrogen by said coat PVD in the slide member of five given in any 1 term from claim 1.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the slide member excellent in the abrasion resistance and the antiseizure property which have the nitriding chromium system coat which becomes considering CrN and Cr₂N as a principal component, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the moving part which formed the coat excellent in the sliding property by surface treatment is used for the sliding sections, such as engine components of an automobile, and various machine parts. There are approaches, such as nitriding treatment, chrome plating processing, and molybdenum thermal-spraying processing, among the surface-preparation approaches currently performed conventionally. However, a more advanced sliding property came to be required of components, in the conventional surface treatment, the case where it could not respond arose and a coat which has further excellent abrasion resistance and an antiseizure property was desired as the service condition of a moving part became cruel in recent years. such a request -- receiving -- recently -- PVD (Physical Vapor Deposition) -- covering coats, such as metal nitride metallurgy group carbide, with law to the sliding surface of a slide member is proposed. PVD coats, such as TiN, TiC, and CrN, have the outstanding abrasion resistance and the outstanding antiseizure property, attract attention as a coat which can put titanium nitride, nitriding chromium, etc. in practical use especially, and are used with some of machine parts and engine components. However, in current, even if a service condition becomes still crueller and it uses these titanium nitrides and nitriding chromium, the situation which cannot be said to be enough [a sliding property] has arisen. Especially in addition to sliding movement, the vibrational motion of the direction of a normal multiplies to a sliding surface, chip-like exfoliation occurs in hard anodic oxidation coatings including the nitriding chromium coat by ion plating under a service condition with sliding conditions severe when that the contact surface separates arises, or when changing the load of the direction of a normal in sliding movement, and the life of a slide member may be shortened. Moreover, when service temperature is high or the lubricating oil film is [a contact load is large and] hard to be formed in a sliding part, chip-like exfoliation of the same hard anodic oxidation coatings is observed also under a service condition with severe lubrication conditions. Then, a slide member which covered the ceramic coating coat which excelled the present surface-preparation coat in chip-proof nature and peeling resistance is desired.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention was not made based on the above viewpoint, and neither a chip nor exfoliation occurs also under a severe service condition, but it aims at offering the slide member which covered the chromium nitride coat which has sufficient antiseizure property for coincidence, and abrasion resistance, and its manufacture approach.

[0004]

[Means for Solving the Problem] As a result of research, wholeheartedly that the above-mentioned problem should be solved this invention person The gaseous phase which mixed chromium and nitrogen by PVD is contacted to a base material. Use CrN and Cr₂N as a principal component on the front face of a base material, and a chromium metal organization makes the compound coat with which it is dotted in a coat form. It is 0.2-5 micrometers about the magnitude of the chromium metal organization dotted in that case. When the rate of area of a chromium metal organization adjusted to 1 - 20%, a header and this invention were completed for the slide member which is excellent in abrasion resistance and an antiseizure property, and chip-like exfoliation cannot generate further easily being obtained. That is, the slide member of this invention uses CrN and Cr₂N as a principal component, and a chromium metal organization makes the nitriding chromium compound coat with which it is dotted in a coat form, and it is characterized

THIS PAGE BLANK (USPTO)

by limiting the magnitude of the chromium metal organization dotted in that case, and the rate of area of a chromium metal organization. Since it is dotted with the elastic chromium metal organization in a nitriding chromium coat at homogeneity, the coat in the slide member of this invention is excellent in toughness compared with the coat which consists only of nitriding chromium which is a high degree of hardness. Therefore, neither a chip nor exfoliation can generate this member easily.

[0005] In order that a chromium metal organization may form the coat with which it is dotted during a nitriding chromium organization, the ion plating method equipped with two or more chromium metal evaporation sources is used. By adjusting so that a reactant gas partial pressure and the distance of each chromium metal evaporation source and processed material may be differed, the reaction rate of evaporation chromium and reactant gas is controlled, and the target coat is formed. It is possible by adjusting the distance and the arc current ratio of the reaction nitrogen partial pressure of gas, a chromium metal evaporation source, and a processed material the amount of the chromium metal organization in a coat and magnitude, and to adjust the presentation of nitriding chromium suitably further. The magnitude of a chromium metal organization is 0.2-5 micrometers. The rate of area is limited to 1 - 20% of range. The magnitude of a chromium metal organization is 0.2 micrometers. At 1% or less, the effectiveness of a chromium metal organization does not have a remarkable rate of area the following, and improvement in a chip-proof and peeling resistance is not found. Moreover, the magnitude of a chromium metal organization is 5 micrometers. Above, a chromium metal organization exposes on a front face locally, and scuff-proof nature falls compared with nitriding chromium simple tissue. On the other hand, coating hardness falls [the rate of area] at 20% or more, and scuff-proof nature and abrasion resistance deteriorate as compared with nitriding chromium simple tissue. the thickness of the whole coat -- 1-80 micrometers it is -- things are desirable. especially -- desirable -- 20-60 micrometers it is . The thickness of a coat is 1 micrometer. When it is the following, the life of a coat is short by wear. On the other hand, the thickness of the whole coat is 60 micrometers. When exceeding, a coat exfoliates, or a crack arises in a coat, and the adhesion force with a base material declines. Moreover, it is not desirable on economy to thicken a coat beyond the need. The base material covered with a coat is suitably chosen by the application from an iron system ingredient, an aluminum system ingredient, and a titanium system ingredient. the PVD explained in detail below -- CVD (Chemical Vapor Deposition) -- although it is similar to low temperature treatment compared with law etc., since it is not avoided, if it can do, it is desirable [the heat input by the vacuum evaporatio no phenomenon] to use the existing heat-resistant iron system ingredient and heat-resistant titanium ingredient as a base material.

[0006] Although the above is the approach of making the nitriding chromium coat dotted with a chromium metal organization forming in a base material, the bottom stratum of a metal may be made to intervene between a coat and a base material in this invention. If ion plating is performed before in process [of the coat formation in ****], and installation of nitrogen gas, the substrate layer of a chromium metal will be formed in a base material. Since coefficient of thermal expansion cannot receive effect of near and thermal stress in a base material easily, the substrate layer of this chromium metal has good adhesion, and it is rich in flexibility. The substrate layer of a chromium metal is 0.1-2 micrometers. Forming in thickness is desirable. 0.1 micrometers In the following, the effectiveness of the improvement in adhesion is thin, and it is 2 micrometers. Even if it exceeds, effectiveness beyond it cannot be acquired, and an economy top is not desirable, either. Thus, forming the substrate layer which is rich in adhesion and flexibility between a coat and a base material has effectiveness in exfoliation prevention of a coat.

[0007]

[Embodiment of the Invention]

[Example] Below, a concrete example explains this invention further at a detail. In this invention, the gaseous phase and base material which mixed chromium and nitrogen by PVD are contacted. PVD is a kind of the technique which forms a coat and can be fundamentally classified into three law of vacuum evaporatio no, sputtering, and ion plating. The reactant ion plating method make the steam of chromium react with nitrogen and make the coat of nitriding chromium deposit on a base material in this invention especially is the most desirable. A chromium steam is obtained by irradiating chromium and evaporating high energy beams, such as a HCD gun and an electron beam. Moreover, a chromium steam may be obtained by making a chromium particle elutriate of cathode like the cathode arc-plasma type ion plating method and the sputtering method. If the plasma is generated in the gaseous phase which mixed nitrogen with the chromium steam, it will ionize, and will combine with nitriding ion and chromium will generate nitriding chromium. Consequently, the coat of nitriding chromium is formed in a base material front face. Although explained taking the case of the ion plating method below, this invention is not limited to this.

[0008] An example of the ion plating system used for this invention at drawing 1 is shown. This equipment is equipped with the vacuum housing 24 which has the reaction nitrogen gas inlet 22 and an exhaust port 23, and the first target 26 connected to the cathode of the arc power source 25 into the vacuum housing 24 and the second target 28 connected to

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the cathode of the arc power source 27 are arranged. The chromium metal is set to the first and the second target. The distance from a processed material differs and the first target and the second target are installed. Furthermore, in a vacuum housing 24, the rotary table 30 connected to bias power supply 29 is arranged, and the processed material 31 is installed on the table. Next, how to form this invention coat in a processed material 31 is explained using this ion plating system. First, a processed material 31 is washed and the dirt adhering to a front face is taken, and after defecating enough and inserting into the vacuum housing 24 of an ion plating system, it exhausts from an exhaust port 23. After performing vacuum suction until container internal pressure is set to 1.3×10^{-3} to 5×10^{-3} Pa, it heats at the heater built in the ion plating system, and the immanency gas of a base material is made to emit. As for heating temperature, it is desirable to consider as 300-500 degrees C. When chamber internal pressure is set to 4×10^{-3} or less Pa, arc discharge is generated on the front face by using as cathode the chromium which is a target, and chromium is made to jump out. Under the present circumstances, bias voltage is impressed to the processed material 31, and the approach of jumping out from cathode and making a metal ion colliding with a substrate front face with high energy the bottom, and the so-called bombardment cleaning perform the oxide removal and activation on the front face of a base material. As for the bias voltage at that time, being referred to as -700--900V is desirable. Reducing bias voltage after that and making chromium ion deposit on a base material front face, nitrogen gas is introduced in a container, the inside of the plasma is passed, and nitrogen is ionized. Under the present circumstances, a nitrogen partial pressure is set to about 1.3×10^{-1} - 13.3 Pa, bias voltage is impressed 0--100V, and an ion plating coat is made to form in a base material front face. Since it is low and the time amount which passes through the inside of the plasma is short, it is hard to ionize the probability for the chromium particle which evaporated from the first target at the time of this coat formation to collide with the nitrogen content child of reactant gas since distance with a processed material is short, and it can deposit on a processed material depending on selection of the partial pressure of gas and distance with a metal. Moreover, since distance with a processed material is longer than this first target, the chromium particle which evaporated from the second target can deposit the mixed coat of Cr_2N and $\text{Cr}_2\text{N} + \text{CrN}$, and CrN by selection with the partial pressure of gas and work-piece distance. That is, the coat of the compound presentation which consists of a chromium metal and nitriding chromium can be formed by choosing the partial pressure of gas suitably and arranging the second target in the distance in which nitriding chromium deposits at the distance in which a chromium metal deposits the first target. Moreover, by setting up suitably the distance of the arc current value and target which are poured at each target, and a processed material, the compound ratio of a chromium metal organization and a nitriding chromium organization can be changed, or the magnitude and surface ratio of a chromium metal organization with which it is dotted can be controlled. A concrete example explains the operation and effectiveness below. By the approach mentioned above, the quality of the material created the various nitriding chromium compound coats by which the test piece front face of SUS440 material was dotted with the chromium metal organization. The distance with the processed material of the first target was about 50mm, this was checking that a chromium metal deposited as a result of preliminary experiment, and the magnitude of a chromium metal organization also checked that it was proportional to an arc current. Two arc current ratios can adjust the rate of area of a chromium metal organization. Furthermore, distance with the processed material of the second target was set to about 200mm. It changes with the mixed coat of Cr_2N and $\text{Cr}_2\text{N} + \text{CrN}$, and CrN as presentations differ and a nitrogen partial pressure becomes high with a nitrogen partial pressure. The magnitude and the rate of area of a chromium metal organization of the presentation of a coat are EPMA by the X diffraction, and coating hardness was measured with the micro Vickers hardness plan. The creation conditions and measurement result of this invention member were shown in Table 1.

[0009]

[Table 1]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

表 1

| コーティング条件 | | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 |
|----------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 測定結果 | 第一ターゲットと被処理物との距離(mm) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 第一ターゲットアーク電流(A) | 100 | 100 | 100 | 90 | 140 | 140 |
| | 第二ターゲットと被処理物との距離(mm) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | 第二ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 |
| | 窒素ガス分圧(Pa) | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | コーティング時間(分) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| 測定結果 | 組成 | Cr, Cr ₂ N | Cr, Cr ₂ N, CrN | Cr, CrN | Cr, CrN | Cr, CrN | Cr, CrN |
| | 硬さ | 1400~1900 | 1400~1900 | 1400~1900 | 1400~1900 | 1400~1900 | 1200~1700 |
| | 膜厚 μm | 30 | 29 | 27 | 26 | 28 | 27 |
| | 金属クロム組織の平均径 μm | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | 2.1 | 2.3 |
| | 金属クロム組織の面積率% | 7.1 | 6.8 | 5.9 | 2.8 | 7.4 | 8.6 |

[0010] In addition, as an example of a comparison, the well-known nitriding chromium coat was created from the former, and the property was measured similarly (examples 1-3 of a comparison). Although furthermore dotted with the chromium metal organization in the nitriding chromium coat, it compared also about the example with unsuitable magnitude and rate of area of a chromium metal organization (examples 4-6 of a comparison). Those creation conditions and measurement results were shown in Table 2.

[0011]

[Table 2]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

表

| コーティング条件 | | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 | 比較例5 | 比較例6 |
|----------|----------------------|-------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 測定結果 | 第一ターゲットと被処理物との距離(mm) | 200 | 200 | 200 | 50 | 50 | 50 |
| | 第一ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 70 | 90 | 200 |
| | 第二ターゲットと被処理物との距離(mm) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | 第二ターゲットアーク電流(A) | 200 | 200 | 200 | 220 | 300 | 100 |
| | 窒素ガス分圧(Pa) | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | コーティング時間(分) | 90 | 90 | 90 | 120 | 120 | 120 |
| 測定結果 | 組成 | Cr ₂ N | Cr ₂ N, CrN | CrN | CrN | CrN | CrN |
| | 硬さ | 1700~2000 | 1700~2000 | 1700~2000 | 1500~1900 | 1500~1900 | 1100~1600 |
| | 膜厚 μm | 28 | 26 | 25 | 26 | 35 | 29 |
| | 金属クロム組織の平均径 μm | | | | 0.1 | 0.5 | 5.7 |
| | 金属クロム組織の面積率% | | | | 0.5 | 0.7 | 21.4 |

[0012] [Antiseizure property] The antiseizure property of this invention ingredient is evaluated. It is 20-30 micrometers in thickness using the test piece 5 which consisted of SKD61 material and has arranged the pin-like projection 10 (refer to drawing 2 and drawing 3) with a 5mm[5mm by] x height of 5mm on a concentric circle at three regular intervals about the coat according to this invention to the square end face of 5mm angle. The formed test piece was created and the extra-high voltage abrasion tester performed the antiseizure-property trial. It examined about the example coat and the example coat of a comparison which were formed by the approach mentioned above. Furthermore, it is 100 micrometers in thickness to the end face of 5mm angle of a test piece as an example of a comparison. The same trial was added using the test piece in which the chrome plating coat (example 7 of a comparison) was formed. The equipment and the test condition of the extra-high voltage abrasion tester used for the exam are as follows. A lubricating oil is lubricated in the center of the disk 2 (partner material) which gave polish finishing with a diameter [of 80mm] x thickness of 10mm which a testing device shows an important section in illustration to drawing 3 which is the A-A view sectional view of drawing 2 and drawing 2, demounted it to the stator holder 1, and was attached possible through the lubrication opening 3 from a background. It is made for Thrust P to have acted on the stator holder 1 by the predetermined pressure towards the method of the right in drawing with the hydraulic power unit which is not illustrated. Rota 4 is in a disk 2 by carrying out phase opposite, and it is made to have rotated at the predetermined rate with the driving gear which is not illustrated. The test piece 5 is attached in Rota 4 free [sliding] to the disk 2 by making into a sliding surface the end face of the square of 5mm angle in which the surface treatment layer was formed. In such equipment, put the predetermined thrust P on the stator holder 1, and it is made for a disk 2 and the pin-like projection 10 of a test piece 5 to contact by predetermined planar pressure, and Rota 4 is rotated, refueling a sliding surface at a predetermined oil supply rate from the lubrication opening 3. The pressure which acts on the stator holder 1 for every fixed time amount is increased gradually, and the torque T produced in the stator holder 1 is made to act on a load cell 7 through the stainless steel fiber 6 by friction with a test piece 5 and a partner's disk 2, the change is read by

THIS PAGE BLANK (LISPTC

dynamic strain 8 [a total of], and it is made to record on a recorder 9 by rotation of Rota 4. When Torque T goes up rapidly, as what printing generated, the quality of a printing-proof property is judged with the contact planar pressure at this time. Iron system FC250 material was used as partner material. The test condition is as follows.

friction-velocity: -- 8m [/] second partner material : FC250 material contact planar pressure: -- 20 kgf/cm² up to printing generating after accustoming -- 10 kgf/cm² every -- a boost . It holds for 3 minutes to each planar pressure. Lubricating oil : motor oil #30 oil temperature 80 degrees C, the amount of supply The test result was shown in Table 3 by 250 cc/.

[0013]

[Table 3]

表 3

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例3 | 比較例6 | 比較例7 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 焼付発生値(kgf/cm ²) | 283 | 285 | 289 | 290 | 284 | 281 | 290 | 259 | 253 |

[0014] this invention articles are the contact planar pressure 281 to 290 kgf/cm² at FC25 partner. Printing occurred. Printing-proof planar pressure 253 kgf/cm² of the chrome plating of a comparison article It is above and is equivalent to a CrN single coat (example 3 of a comparison) excellent in the antiseizure property. Even if a nitriding chromium coat is dotted with a chromium metal organization, effectiveness is small, when a chromium metal organization is large and the rate of area is large (example 6 of a comparison).

[0015] [Abrasion resistance] The corrosion abrasion test of this invention ingredient was carried out with the department ** type abrasion tester. For a configuration, the substrate quality of the material is 20-35 micrometers at the tip of a test piece at SKD-61 material about the example and the example coat of a comparison in which it mentioned above using the test piece with which one tip of 5mm[5mm by] x die length of 20mm and a longitudinal direction was made into the R6mm curved surface. It covered with thickness. Furthermore, it is 100 micrometers in thickness at the tip R of a test piece as an example of a comparison. The same trial was performed using the chrome plating test piece. (Example 7 of a comparison)

A trial is doubled with the periphery section of the partner material which processed the tip R section of a test piece which performed surface treatment in the shape of a drum so that curved surfaces may carry out line contact, it adds a predetermined load, and rotates it at a predetermined rate. Constant-rate dropping was carried out, and lubrication performed the sulfuric-acid water solution adjusted to PH=2 in the contact section, and made it the acid ambient atmosphere. The test condition is as follows.

Sliding partner material: FC250 material friction velocity : 0.25m [/] second friction time : 6-hour contact load : 4kg ambient atmosphere : The measured value of dropping coat abrasion loss was shown for the sulfuric-acid water solution adjusted to the sliding section PH=2.0 in Table 4 by 1.5 cc/.

[0016]

[Table 4]

表 4

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例3 | 比較例6 | 比較例7 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 比摩耗量 | 5.7 | 5.5 | 5.1 | 4.6 | 6.2 | 6.7 | 4.1 | 22.0 | 100 |

※ クロムめっきの皮膜の摩耗量を100とした相対値

[0017] The relative value which set abrasion loss of a chrome plating coat to 100 showed the result. Compared with the chrome plating article which is an example of a comparison, this invention article is equivalent to the CrN single coat (example 3 of a comparison) in which abrasion loss is decreasing sharply with 1 / 20 - 1/25, and especially abrasion resistance is excellent. Even if a nitriding chromium coat is dotted with a chromium metal organization, effectiveness is small, when a chromium metal organization is large and the rate of area is large (example 6 of a comparison).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0018] [Peeling resistance] The peeling resistance of the coat covered with the rolling fatigue testing machine (roller pitching testing machine) accompanied by a skid to this invention member was evaluated. The substrate quality of the material of a test piece is the ingredient which carried out carburization processing of the SCM420 material, and a configuration is about 50 micrometers about this invention coat and the example coat of a comparison to the periphery front face at the shape of a $\phi 26\text{mm} \times 28\text{mm}$ roller. Thickness processing was carried out. The thickness of various coats adjusted and arranged covering time amount. The equipment and the test condition of the pitching testing machine used for the exam are as follows. A testing device shows an important section in illustration to drawing 4, carries out phase opposite with the test roller 11 furnished with the $\phi 26\text{mm} \times 28\text{mm}$ test piece 13, and has the load roller 12, and it is made for thrust to have acted by the predetermined pressure. It is made to have rotated at the predetermined rate with the driving gear which is not illustrated, and the test roller 11 forms a surface treatment layer in the periphery of the test piece 13. The load roller 12 is the magnitude of $\phi 130 \times 18$, and a periphery carries out an R300mm configuration, carries out point contact of it to a test piece 13 microscopically, and it can put big thrust now. Moreover, the load roller 12 follows through the gearing which does not illustrate to the test roller 11, and it rotates, sliding relatively. A slip factor is expressed by $(U_{13}-U_{12}) / U_{13}$ by test piece peripheral speed (U_{13}) and load roller peripheral speed (U_{12}), and can be selected to arbitration. The contact section of a test piece 11 and the load roller 12 is filled with a lubricating oil through lubrication opening which is not illustrated. In such equipment, put predetermined thrust on a test piece 13, and it is made for a test piece 13 and the load roller 12 to contact by predetermined planar pressure, and while rotating a test roller at a predetermined rate, lubricating the contact section at a predetermined lubrication rate, the load roller 12 is rotated with a predetermined slip factor. A test piece front face is periodically observed carefully during a trial, and the quality of peeling resistance is judged from rotational accumulating totals until chip-like exfoliation occurs on the surface of a test piece. The quality of the material of the load roller which is partner material used FC250 material. The test condition is as follows.

Planar pressure (Hertzian stress): 160 kgf/mm² test-piece peripheral speed : 82 m/s slip factor : 20% use oil : #30 (base oil)

Oil flow rate : It is oil temperature by 1200 cc/. : 80-degree-C test result was shown in Table 5.

[0019]

[Table 5]

表 5

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 | 比較例5 |
|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 剥離発生回数 | 2×10^7 回で発生せず | 2×10^7 回で発生せず | 2×10^7 回で発生せず | 2×10^7 回で発生せず | 2×10^7 回で発生せず | 2×10^7 回で発生せず | 3.1×10^6 回で剥離 | 3.2×10^6 回で剥離 | 2.9×10^6 回で剥離 | 4.6×10^6 回で剥離 | 5.6×10^6 回で剥離 |

[0020] this invention article is very excellent in peeling resistance to the high degree-of-hardness nitriding chromium which is an example of a comparison. Even if you make it dotted with a chromium metal organization in a nitriding chromium coat like the example 4 of a comparison, and the example 5 of a comparison, magnitude is small, or if the rate of area is low, it will be easy to produce exfoliation.

[0021]

[Effect of the Invention] When CrN and Cr₂N are used as a principal component by PVD on the front face of a base material and a chromium metal organization makes the compound coat with which it is dotted in a coat form, this invention offers the slide member which is excellent in abrasion resistance and an antiseizure property, and chip-like exfoliation cannot generate further easily, and the manufacturing method of the slide member as compared with the hard anodic oxidation coatings currently used from the former, so that clearly from having explained above. this invention member is suitable for engine components, such as the piston ring and a cam follower, and a pan to moving parts, cutting tools, etc. including compressor components, such as a shoe disk.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

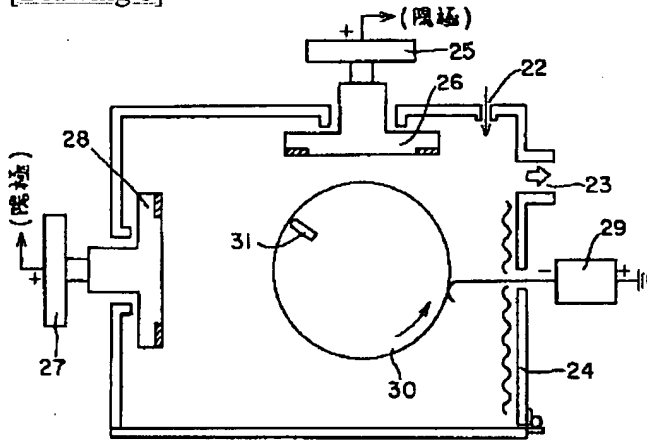
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

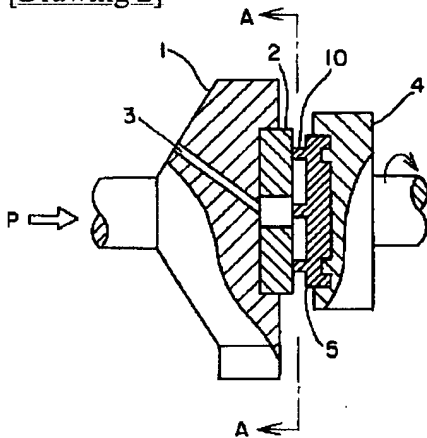
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

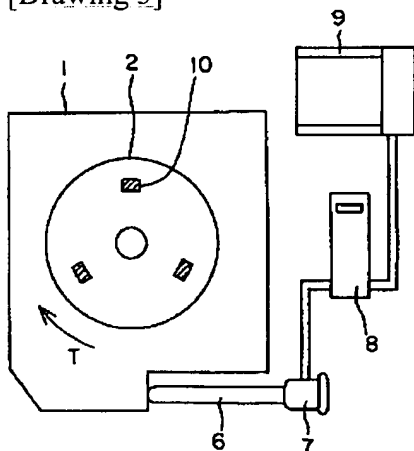
[Drawing 1]



[Drawing 2]

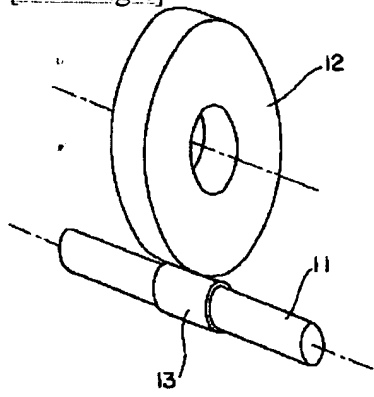


[Drawing 3]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Drawing 4]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)